

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1995/96

Mac/April 1996

ZCC 308 - Ilmu Fizik Moden II

Masa : [2 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua EMPAT soalan. Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Terangkan apa yang anda faham tentang Prinsip Ketakpastian Heisenberg. Seterusnya berdasarkan prinsip ini perelaskan kelemahan teori atom Bohr. Andaikan anda bermain dengan sebiji bola biliard berjisim 50 gm di atas meja biliard berdimensi 0.85 m. Anggarkan halaju minimum gerakannya. Bincangkan.

(50/100)

- (b) Katakan dua gelombang kosinus yang berbeza fasa disuperposisikan. Terbitkan dan jelaskan bingkisan gelombang yang terbentuk. (Gelombang tersebut ialah $\cos(\omega t - \underline{k} \cdot \underline{x})$ dan $\cos[(\omega + d\omega)t - (\underline{k} + d\underline{k}) \cdot \underline{x}]$.)

Seperti dimaklumi kita takrifkan halaju kumpulan sebagai $v_g = \frac{d\omega}{dk}$.

Seterusnya dengan menimbangkan kes zarah bebas yang bertenaga

kinetik $E_k = \frac{p^2}{2m}$, tunjukkan bahawa bagi sistem yang bersifat kedualan

kita boleh menuliskan

$$\left(\frac{dE}{dp} \right)_{\text{bingkisan gelombang}} = \left(\frac{dE}{dp} \right)_{\text{zarah}}$$

Jelaskan.

(50/100)

...2/-

2. (a) Katakan fungsi gelombang yang memperihalkan zarah elektron dinyatakan oleh $\psi(x,t) = A \exp\left[-\frac{i}{\hbar}(Et - p \cdot x)\right]$. Andaikan elektron tersebut bergerak bebas, terbitkan persamaan Schrödinger yang sesuai dengannya.

Seterusnya dengan menerapkan hukum keabadian kebarangkalian, tunjukkan bahawa arus ketumpatan kebarangkalian j boleh ditulis sebagai

$$j = -i\hbar(2m)^{-1} \left(\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right) \quad (60/100)$$

- (b) Andaikan ungkapan fungsi gelombang suatu zarah di dalam peti sebagai

$$u(z) = \left(\frac{2}{L}\right)^{1/2} \sin \frac{m\pi z}{L}$$

dengan L adalah lebar peti dan $m = 1, 2, 3, \dots$

- (i) Dapatkan ungkapan ketumpatan kebarangkalian untuk mencerap zarah di antara $z = z_1$ dan $z = z_2$.

- (ii) Hitungkan nilai jangkaan $\langle z \rangle$.

(40/100)

3. (a) Tunjukkan bahawa semua eigennilai bagi sesuatu operator Hermitian adalah nombor hakiki.

[Katakan operator Hermitian tersebut \tilde{H} , eigenfungsi ψ_n dan eigennilai h_n .]

(40/100)

- (b) (i) Jika $\phi = \sum_j b_j \phi_j$ dan ϕ_j ortonormal. Buktikan norm bagi ϕ

$$\text{adalah } \sqrt{\sum_j |b_j|^2}.$$

[b_j merupakan pekali kompleks.]

- (ii) Jika \hat{P}_y adalah operator momentum ke arah y . Nilaikan

$$[\hat{P}_y, \hat{y}^2].$$

(60/100)

4. (a) Andaikan suatu zarah berada di dalam keupayaan V yang ditakrifkan oleh had berikut:

$$\begin{array}{lll} V = 0 & \text{untuk} & z < 0 \\ V = V_0 & \text{untuk} & z \geq 0 \end{array}$$

Seterusnya dengan menggunakan persamaan Schrödinger 1-dimensi ke arah z , dapatkan ungkapan pantulan R dan pekali penghantaran T bagi kes tenaga elektron $E < V_0$. Bincangkan.

(60/100)

- (b) Terangkan dengan jelas apa yang anda faham tentang

- (i) lima postulat mekanik kuantum
- (ii) kesan penerowongan
- (iii) degenerasi tenaga.

(40/100)

- ooo0ooo -